



项目14 季节性施工



我国北方某商业办公综合楼，属一类高层建筑，设计合理使用年限为50年，耐火等级一级，工程办公建筑面积共计50 647.88 m²，地上层数为32层，地下1层，其中地上1~3层为商业用房，4层及4层以上为三类普通办公，地下室为汽车库。建筑物总高度99.97 m。该商业办公综合楼实际开工日期为2010年7月1日，合同要求2012年11月22日竣工交付使用。为按期完工就必须采取冬季施工，方能为按期完工创造条件。



目录

14.1 冬期施工

14.2 雨期施工

14.1

冬期施工



14.1.1 冬期施工的特点、原则

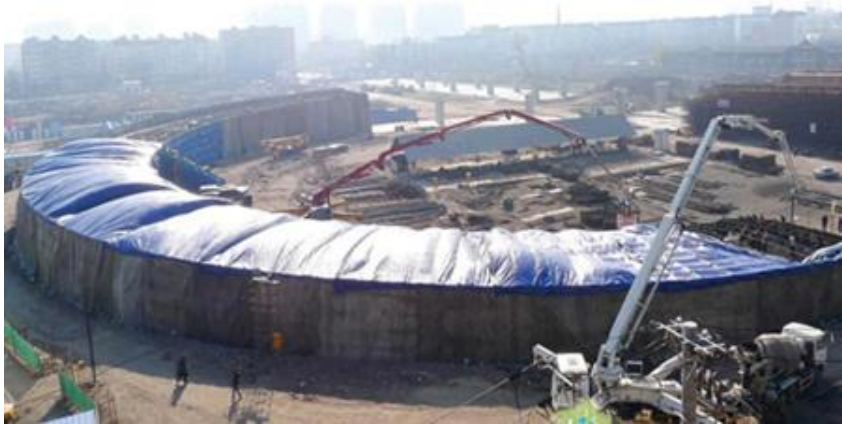


为了保证冬期施工的质量，冬期施工必须满足以下原则：保证工程质量；保证经济合理，减少因为采取技术措施而增加的费用；对所需的热源及技术措施和材料有可靠的保证，消耗的能源最少；工期能满足合同要求；做好安全生产。

14.1.1 冬期施工的特点、原则



冬期施工(winter construction), 是指室外日平均气温降低到 5°C 或 5°C 以下, 或者最低气温降低到 0°C 或 0°C 以下时, 用一般的施工方法难以达到预期的目的, 必须采取特殊的措施进行施工的方法。我国的冬期施工的地区主要在东北、华北和西北, 大约每年有3~6月的时间处于冬期施工。



14.1.1 冬期施工的特点、原则



冬期施工是在施工条件和环境不利的情况下进行的施工，是工程事故的多发期，它具有隐蔽性和滞后性，一些工程质量事故当时不易察觉，要到春天解冻后才开始暴露。这就给事故处理带来极大的难度。据有关资料分析，有三分之二的工程质量事故发生在冬期，尤其是混凝土工程。它不仅给工程带来损失，而且影响工程的使用寿命，因此必须及早做好准备。冬期施工的计划性和准备工作的实践性较强，常常由于仓促施工，而出现一些质量问题。

14.1.2 冬期施工准备



1 . 生产准备

2 . 技术准备

3 . 材料准备

14.1.3 土方工程冬期施工



1、土的冻结与防冻

在地表面无雪和草皮覆盖条件下的全年标准冻结深度 Z_0 ,可按下列公式估算:

$$Z_0 = 0.28 \sum T_m + 7 - 0.5$$

式中 T_m ——低于 0°C 的月平均气温的累计值(取连续十年以上的年平均平均值),以正号代入。

暴露在外界大气中的土冻结时,其冻结速度与外界气温有表14.1所示的规律。

表 14.1 冻结速度与外界气温规律表^[提示1]

土的种类	在下列气温条件下,接近最佳含水量时, 土的冻结速度/($\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$)			
	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C
覆盖有积雪的砂质粉土和粉质黏土	0.03	0.05	0.08	0.10
没有积雪覆盖的砂质粉土和粉质黏土	0.15	0.30	0.35	0.50

14.1.3 土方工程冬期施工

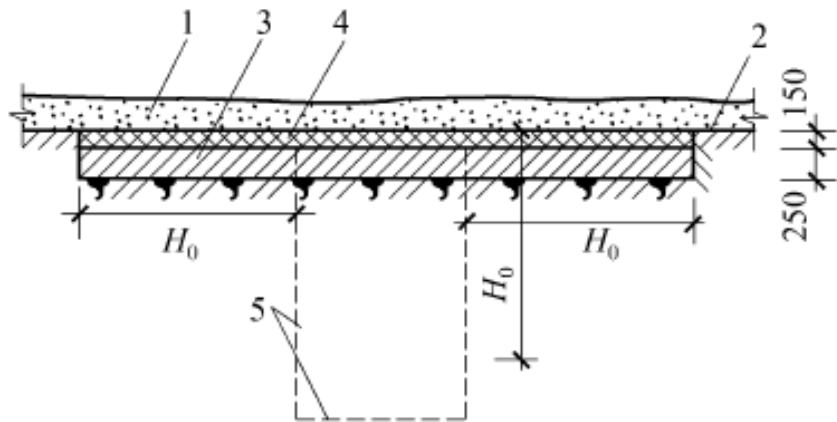


图 14.1 预防土冻结耕松耙平

1—天然雪层；2—地表面；3—耕松厚度 250 mm；
4—耙平厚度 150 mm；5—拟挖掘的地槽轮廓；
 H_0 —土的最大冻结深度

土防冻的常用方法有：

(1) 地面耕松耙平防冻法
其方法是在指定施工的部位，进入寒冻之前将表层土耕松耙平，其厚度宜为 25~30 cm，其宽度宜为开挖时冻结深度的两倍加基槽(foundation trench) (坑) 底宽之和。

14.1.3 土方工程冬期施工



经过z昼夜后的冻结深度H可按下式计算：

$$H = \alpha (4P - P^2)$$

式中H——翻松耙平或黏土覆盖后的冻结深度（cm）；

α ——土的防冻计算系数，按表14.2选用；

P——冻结指数；

$$P = \sum zT \times 1000$$

z——土体冻结时间（d）；

T——土体冻结期间的室外平均气温（ $^{\circ}\text{C}$ ），以正号代入。

表 14.2 土的防冻计算系数 α

地面保温的方法	P 值											
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0
耕松 25 cm 并耙平	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	30	30
覆盖松土不少于 50 cm	35	36	37	39	41	44	47	51	55	59	60	60

14.1.3 土方工程冬期施工



(2) 覆雪防冻法

第一种类型是利用灌木和小树林等植物挡风起涡旋存雪，这些植物应等到挖土开始之前再铲除，如图14.2所示。

第二种类型是在面积宽阔而又没有植物的地面上，可设篱笆或造雪堤以为积雪之用，设置时应使长边垂直于主要风向，其互相间的距离为 $(10\sim 15)h$ ， h 是篱笆或雪堤的高度，通常采用 $0.5\sim 1\text{ m}$ ，如图14.3所示。

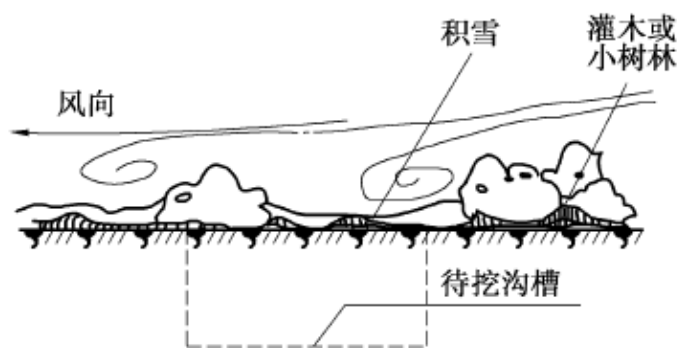


图 14.2 利用植物挡雪防冻

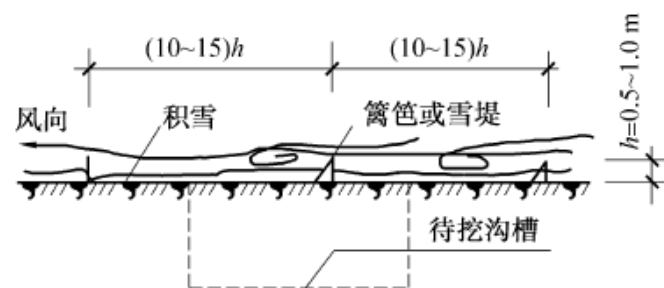


图 14.3 设置篱笆或雪堤挡雪防冻

14.1.3 土方工程冬期施工



面积较小的地面防冻，可以直接用保温材料覆盖，覆盖层的厚度 h 可按下列公式计算：

$$h = H/\beta \quad (14.3)$$

式中 h ——保温材料厚度（cm）；

H ——不保温时的土体冻结深度（cm）；

β ——各种材料对土体冻结影响系数，按表14.3选用。

表 14.3 各种材料对土体冻结影响系数 β

土壤种类	保温材料											
	树叶	刨花	锯末	干炉渣	麦草	膨胀珍珠岩	炉渣	芦苇	草帘	泥炭土	松散土	密实土
砂土	3.3	3.2	2.8	2.0	2.5	3.8	1.6	2.1	2.5	2.8	1.4	1.12
粉土	3.1	3.1	2.7	1.9	2.4	3.6	1.6	2.0	2.4	2.9	1.3	1.08
粉质黏土	2.7	2.6	2.3	1.6	2.0	3.5	1.3	1.7	2.0	2.3	1.2	1.06
黏土	2.1	2.1	1.9	1.3	1.6	3.5	1.1	1.4	1.6	1.9	1.2	1.00

注：1. 表中数值适用于地下水位在冻结线 1 m 以下。

2. 当地下水位较高时(饱和水的)，其值可取 1.0。

3. 松散材料表面应加以盖压，以免被风吹走。

14.1.3 土方工程冬期施工



第三种类型是在面积较小的地面，特别是拟挖掘的地沟面，若在土冻结之前，初次降雪后，即在地沟的位置上挖沟。深度为30~50 cm，宽度与预计深度的两倍加基槽（坑）底宽之和。随即将雪填满，即可防止未挖掘的土冻结，如图14.4所示。

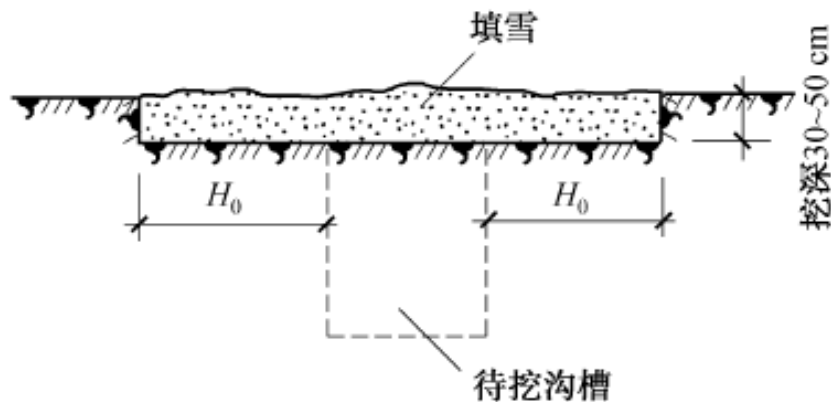


图 14.4 挖沟填雪防冻

H_0 —土的最大冻结深度

14.1.3 土方工程冬期施工



在被保温地面上的全部保温层厚度必须一致。保温层铺出的宽度，应不小于最大冻结深度。

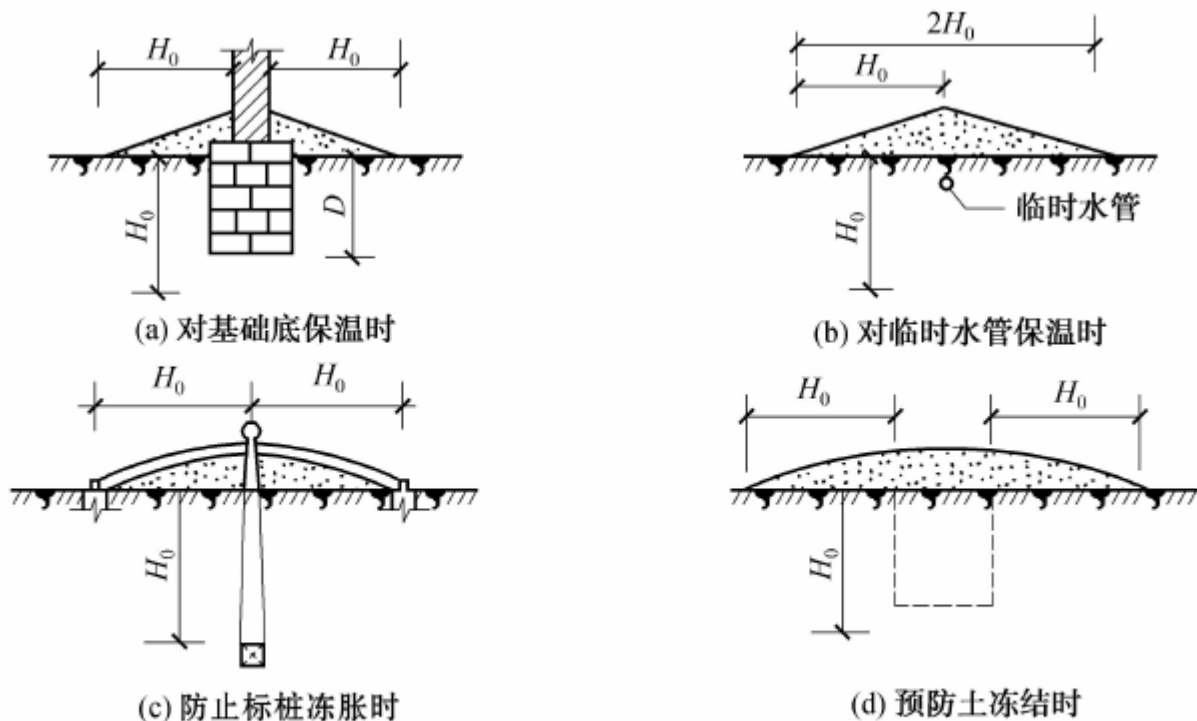


图 14.5 保温层铺出的宽度

H_0 —土的最大冻结深度； D —基础埋深

14.1.3 土方工程冬期施工



2. 冻土 (frozen soil) 的破碎与挖掘

在没有保温防冻的条件，或土已冻结时，比较经济的土方施工方法是破碎冻土，然后挖掘。一般有爆破法、机械法和人工法三种。

(1) 爆破法

爆破法适用于冻土层较厚，开挖面积较大的土方工程。这个方法是以前炸药放入直立爆破孔(vertical blast hole)或水平爆破孔(horizontal blast hole)中进行爆破，冻土破碎后用挖土机挖出，或借爆破的力量向四外崩出，形成需要的沟槽。适用于冻土层较厚的土方工程。

14.1.3 土方工程冬期施工



冻土深度在2 m以内时可以采用直立爆破孔，如图14.6 (a) 所示。

冻土深度在2 m以上时可以采用水平爆破孔，如图14.6 (b) 所示。

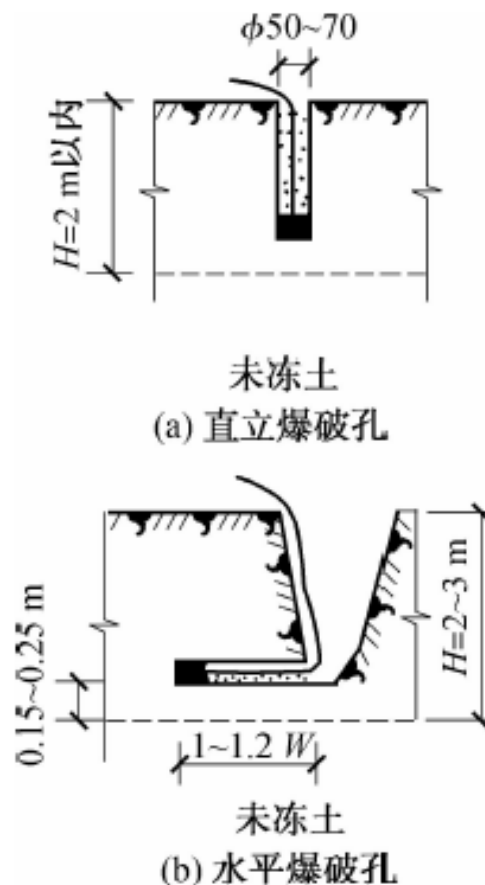


图 14.6 爆破法和土层冻结深度的关系

H —冻土层厚度； W —最小抵抗线(由药包中心至地面的最小距离)

14.1.3 土方工程冬期施工



炸药用量由计算确定或参考表14.4的数据。

表 14.4 爆破 100 m³ 冻土消耗的硝铵炸药用量

(单位:kg)

冻土种类	冻层厚度/m		
	0.5	1.0	1.5
黏土、建筑瓦砾	67	60	60
含小砾石的土	50	48	48
黑土及砂土	39	34	34

14.1.3 土方工程冬期施工

(2) 机械法

当冻土层厚度为0.25 m以内时，可用中等动力的普通挖土机挖掘，其在冬期的工作效能与夏天相差不大。当冻土层厚度不超过0.4 m时，可用大马力的掘土机开掘土体，无须预先准备即能进行。用拖拉机牵引的专用松土机，能够松碎不超过0.3 m的冻土层。厚度在0.6~1 m的冻土，通常是用吊锤打桩机往地里打楔或用楔形锤打桩机进行机械松碎。但为了易于移动，通常用最轻的打桩机，如图14.7所示。

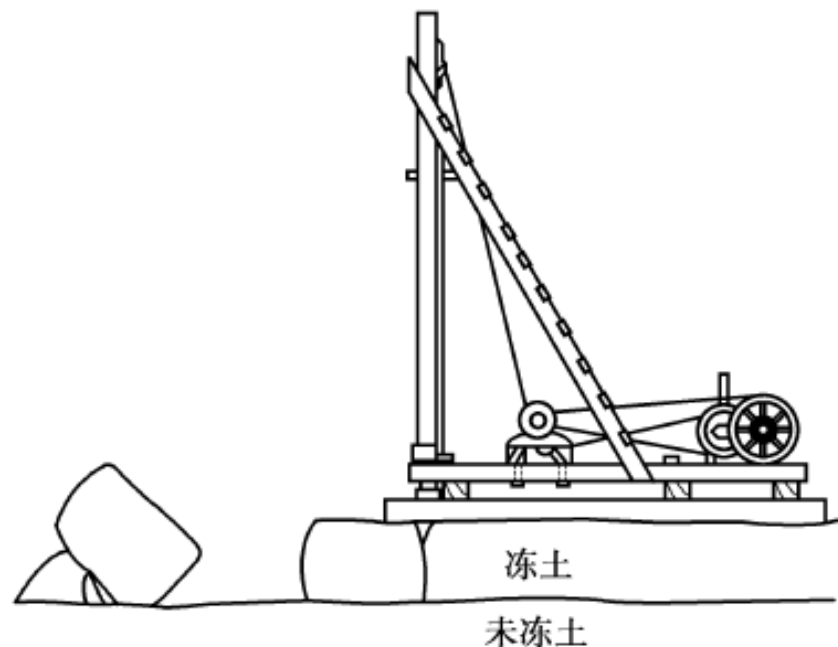


图 14.7 松碎冻土的打桩机

14.1.3 土方工程冬期施工



(3) 人工法

普通常用的工具有镐、铁楔子，使用铁楔子挖冻土比用其他手工工具效果为好，效率较高。施工时一人掌楔，一人或两人掌大锤，一个小组常用几个铁楔子，当一个铁楔子打下去而冻土尚未脱离时，再把第二个铁楔子在旁边的裂缝上加进去，直至冻土剥离为止。铁楔子的尺寸如图14.8所示。



14.1.3 土方工程冬期施工



(4) 冻土的挖掘

破碎后的冻土可用机械或人工方法挖掘。与常温施工不同的是由于外界气温处于 0°C 以下，使未冻的土很快冻结，因此应注意下列几点。

- ①必须周密计划，组织强有力的施工力量，必要时应留出预备力量，以便进行连续不断的施工。
- ②各种管道、机械设备和炸药、油料等必须采取保温措施，防止因冻结遭受破坏或变质。
- ③对运输的道路须采取防滑措施，如撒上炉渣或砂子等，以保持正常运输和安全。
- ④土方开挖完毕，或完成了一段落，必须暂停一段时期，如在一天以内，可在未冻土上覆盖一层草垫等简单的保温材料，以防已挖完的基土冻结。如间歇时间稍长，则应在地基上留一层土暂不挖除，或覆以其他保温材料，待砌基础或埋设管道之前再将基坑（槽）或管沟底部清除干净。

14.1.3 土方工程冬期施工



3. 冻土的融解

冻土的融解是依靠外加的热能来完成的，所以费用较高，只有在面积不大的工程上采用。通常有循环针法(circular needle)、电热法(electric heating method)和烘烤法(baking method)三种。其耗费热能的约值可参考图14.9。

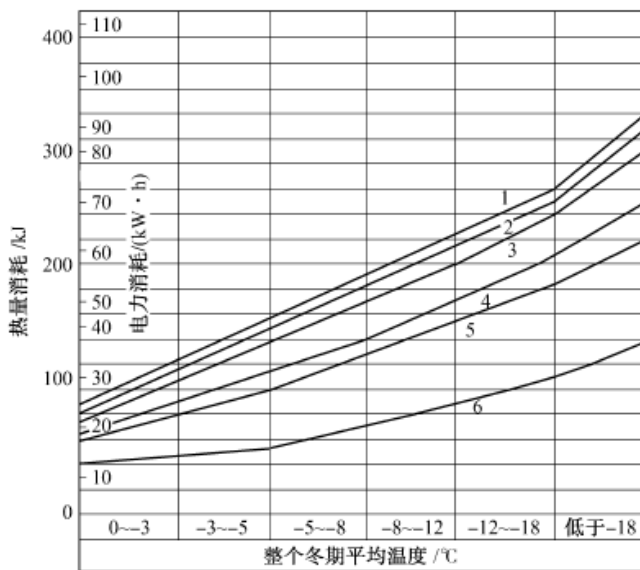


图 14.9 使用各种融解法融解 1 m³冻土所需能量消耗

1—局部暖棚法；2—水平电极法；3—垂直电极法；4—循环针法；5—电热法；6—深电极法

14.1.3 土方工程冬期施工



循环针的热源是锅炉，所以必须设置与水暖方式相似的管网，在回水管上安装离心水泵及两个温度表，一个装在送水管上水针附近，另一个装在回水管上，管网应予保温。水针和配管线路以胶皮软管相连接。管网图如图14.11所示。

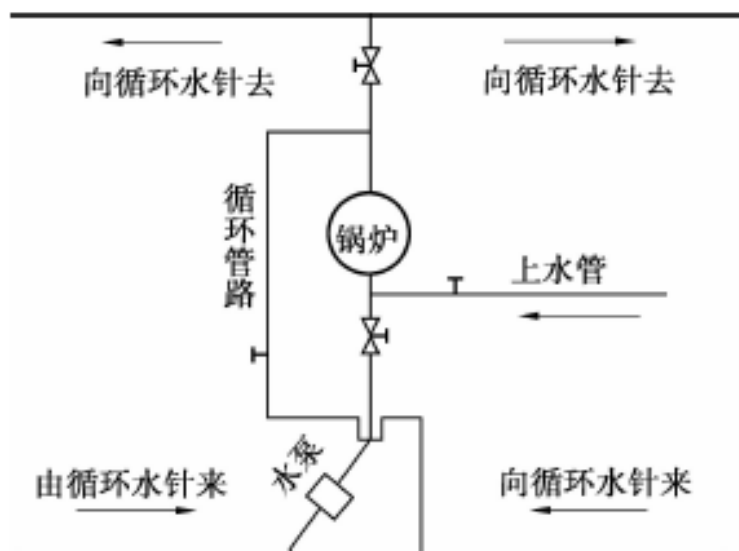


图 14.11 循环水针热管网

14.1.3 土方工程冬期施工



(2) 电热法

电热法适用于电源充足、工程量不大的土方工程。

电热法有水平电极法、垂直电极法、电针法和深电极法等。根据经验，多使用垂直电极法和深电极法。

电极的布置应按交错形排成三列，使该段上冻结的土分成若干个块体。电极间距可参考表14.5。

表 14.5 电极间距参考表

电压 /V	冻结深度/cm			
	50	100	150	200
380	60	60	50	50
220	50	50	40	40

14.1.3 土方工程冬期施工



5 . 回填土 (the backfill)

对于大面积回填土和有路面的路基及其人行道范围内的平整场地填方，可采用含有冻土块的土回填，但冻土块的粒径不得大于15 cm，其含量（以体积计）不得超过30%。铺填时冻土块应分散开，并应逐层夯实。

填方边坡的表层100 cm以内，不得采用含有冻土块的土填筑；整个填方上层部位应采用未冻的或透水性好的土回填，其厚度应符合设计要求。

冬期填方的高度不宜超过表14.6的规定。

表 14.6 冬期填方的高度

室外平均气温/℃	填方高度/m
-5~-10	4.5
-11~-15	3.5
-16~-20	2.5

注：采用石块和不含冻块砂土（不包括粉砂）、碎石土类回填时，填方的高度可不受上表限制。

14.1.3 土方工程冬期施工



在冬期回填土时，应采取以下措施。

- ①把回填用土预先保温。在入冬以前，将挖土堆积一处进行严密保温，等冬期需要回填时，将内部含有一定热量的土挖出进行回填。
- ②在冬期挖土中，将不冻土堆在一起加以覆盖，防止冻结，留作回填之用。
- ③平衡土方。在编制施工方案时，应考虑挖方和填方的平衡，即从甲坑挖出来的未冻土，填到乙坑作回填土，并迅速夯实。
- ④回填前将基底的冰雪和保温材料打扫干净，方可开始回填。
- ⑤用人工夯实时，每层铺土厚度不得超过20 cm，夯实厚度为10~15 cm。

14.1.3 土方工程冬期施工



- ⑥适当减少回填土方量。在冬期进行回填土时，可在保证基底土不遭受冻结的条件下，尽量少填一些，留待春暖时再继续回填。
- ⑦为确保冬期回填的质量，对一些重大工程项目，必要时可用砂土进行回填。
- ⑧在冻胀土上的地梁、桩基的承台等，其下面有可能被冻土隆起的地方，要垫以炉渣、矿渣等松散材料。
- ⑨有工业废料的地方，也可充分利用工业废料作回填土之用。
- ⑩冬期回填土方应连续进行并逐层夯实。

14.1.4 砌体工程冬期施工



砌体工程的冬期施工方法有：掺盐砂浆法、暖棚法和蓄热法。

1. 掺盐砂浆法

施工工艺及要求如下。

(1) 材料的要求

砌体在砌筑前，应清除冰霜；拌制砂浆所用的砂中，不得含有冰块或直径大于10 mm的冻结块；石灰膏应防止污染、干燥和冻结，如受冻，应经融化后方可使用。受冻而脱水风化干燥的石灰膏不得使用；水泥宜采用普通硅酸盐水泥，不得使用无熟料水泥，不同品种的水泥不得混合使用；拌制砂浆时，水的温度不得超过80℃，砂的温度不得超过40℃。

14.1.4 砌体工程冬期施工



(2) 砂浆的要求

采用掺盐法进行施工，应按不同负温界限控制掺盐量；当砂浆中氯盐掺量过少，砂浆内会出现大量冰结晶体，水化反应极其缓慢，会降低早期强度。如果氯盐掺量大于10%，砂浆的后期强度会显著降低，同时导致砌体析盐量过大，增大吸湿性，降低保温性能。盐溶液应设专业人员配制。先配制成标准浓度，即氯化钠标准溶液为每千克含纯氯化钠20%，比重为1.15，氯化钙标准溶液比重为1.18，均以波美比重测定，置于专用容器内，然后再以一定的比例掺入温水，配制成所需的施工溶液。

14.1.4 砌体工程冬期施工



掺盐砂浆法的砂浆使用温度不应低于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，当日最低气温等于或低于 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，对砌筑承重砌体的砂浆强度等级应比常温施工时提高一级。拌和砂浆前应对原材料加热，应优先加热水；当满足不了温度时，再进行砂的加热。拌和水的温度超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时投料顺序为：水和砂先拌，然后再投放水泥。掺盐砂浆中掺入微沫剂时，盐溶液和微沫剂在砂浆拌和过程中先后加入。砂浆应采用机械拌和，搅拌的时间应比常温季节增加一倍。拌和后的砂浆应注意保温。

14.1.4 砌体工程冬期施工



(3) 准备工作

由于氯盐对砂浆具有腐蚀作用，掺盐法用于设有构造配筋的砌体时，钢筋除锈后涂沥青1~2道，以防钢筋锈蚀。

普通砖和空心砖在正常温度条件下砌筑时，应采用随浇水随砌筑的办法；负温条件下，只要有可能应该浇热盐水。当气温过低，浇水确实有困难，则必须适当加大砂浆的稠度。抗震烈度为九度的建筑物，普通砖和空心砖无法浇水湿润时，无特殊措施，不得浇筑。

14.1.4 砌体工程冬期施工



(4) 砌筑施工工艺

掺盐砂浆法砌筑砖砌体，应采用“三一”砌砖法进行操作，不得大面积铺灰，减少砂浆温度的失散。砌筑时要求灰浆饱满；灰缝厚薄均匀，水平缝和垂直缝的厚度和宽度应控制在8~10 mm。

采用掺盐砂浆法砌筑砌体，砌体转角处和交接处应同时砌筑，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处，应砌成斜槎。砌体表面不应铺设砂浆层，宜采用保温材料加以覆盖。继续施工前，应先用扫帚扫净砌体表面，然后再施工。

14.1.4 砌体工程冬期施工



2 . 暖棚法(tent heating method)

暖棚法是利用廉价的保温材料搭设简易结构的保温棚，将砌筑的现场封闭起来，使砌体在正温条件下砌筑和养护。在棚内装热风设备或生炉火，温度不得低于 $+5^{\circ}\text{C}$ ，养护时间不少于3昼夜。主要应用于地下室墙、挡土墙、局部性事故修复的砌体工程。

3 . 蓄热法

蓄热法用于气温在 $-10\sim-5^{\circ}\text{C}$ 不太寒冷的地区或初春季节的砌体工程。利用对水、砂材料的加热，使拌和砂浆在正温条件下砌筑，并立即覆盖保温材料，使砌体在正温条件下达到砌体强度的20%。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



1. 混凝土冬期施工的原理

2. 混凝土冬期施工的工艺要求

(1) 对材料加热的要求

①冬期施工中，配制混凝土用的水泥，应优先选用活性高、水化热量大的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥；蒸汽养护用的水泥品种经试验确定；水泥标号不宜低于425号，最小水泥用量不宜低于 280 kg/m^3 ；水灰比不应大于0.55；水泥不得直接加热，使用前1~2天应堆放在暖棚内，暖棚温度宜在 5°C 以上，并要注意防潮。

②要求骨料尽可能在冬期施工前冲洗干净，干燥储备在地势较高且无积水的场地上，并覆盖防雨雪材料，适当采取保温措施，防止骨料内夹杂有冰碴和雪团。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



③经热工计算，若需要对原材料加热时，加热依次为水→砂→石。不允许对水泥加热。加热水时，应控制加热的最高温度，以免水泥直接接触过热的水而产生“假凝”现象。水泥“假凝”是指水泥颗粒遇到温度较高的热水时，颗粒表面很快形成薄而硬的壳，阻止水泥与水的水化作用进行，使水泥水化不充分，导致混凝土强度下降。

④钢筋焊接和冷拉加工可在常温下进行施工，但温度不宜低于-20℃。严禁刚焊接好的接头与冰雪接触，避免造成冷脆事故。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



(2) 混凝土的搅拌、运输、浇筑

冬期施工中外界气温低，由于空气和容器的热传导，混凝土在搅拌、运输和浇筑过程中应加强保温，防止热量损失过大。

①**混凝土的搅拌**。混凝土搅拌应在搭设的暖棚内进行，应优先采用大容量的搅拌机，以减少混凝土的热量损失。搅拌前，用热水或蒸汽冲洗加热搅拌筒。在搅拌过程中，为使新拌混凝土混合物均匀，水泥水化作用完全、充分，拌和时间要比常温规定时间延长50%，并严格控制搅拌用水量。材料的投料顺序为先将水和砂石投入拌和，然后再加水泥。混凝土拌和物的温度应控制在35℃以下。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



- ②**混凝土的运输。**混凝土的运输时间和距离应保证混凝土不离析，不丧失塑性，尽量减少混凝土在运输过程中的热量损失，缩短运输路线，减少装卸和转运次数，保持运输车具常清理，保持干净；运输的容量应适当，缩短装卸操作时间。
- ③**混凝土的浇筑。**浇筑前应进行一次全面检查，应清除模板内的冰雪，保持模板干燥，以防止热量散失；浇筑速度应适当，入模温度不得低于5℃，入模温度应控制在10℃，入模温度应适当，应尽量避免分散浇筑；浇筑过程中应使用机械振捣，振捣时间应适当，振捣速度应适当；保温材料应随浇随盖，保证有足够的厚度，互相搭接之处应当特别严密，以免空气进入，造成质量事故。



14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



3 . 混凝土冬期施工方法的选择

混凝土冬期施工常用的方法有蓄热法(thermos method)、外加剂和早强水泥法、外部加热法和综合蓄热法(comprehensive thermos method)等。仅介绍蓄热保温法。

蓄热法是将混凝土的原材料（水、砂、石）预先加热，经过搅拌、运输、浇筑成型后的混凝土仍能保持一定的正温度，以适当材料覆盖保温，防止热量散失过快，充分利用水泥的水化热，使混凝土在正温条件下增长强度。在混凝土冷却到 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以前，达到允许受冻临界强度。常使用的保温材料应该以传热系数小、价格低廉和易于获得的地方材料为宜，如草帘、草袋、锯末、炉渣等。保温材料必须干燥，以免降低保温性能；最好使用活性高、水化热大的普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



蓄热法养护适应于气候不太寒冷的地区或是初冬和冬末季节，其具有施工工艺简单、节约设备、冬期施工费用低及适应性强的优点，为冬期施工普遍采用，但需要的养护期较长。当室外温度不低于 -15°C 时，地面以下工程或结构表面系数（即结构冷却的表面积与结构体积之比）不小于5的地上结构，以及冻结期不太长的地区，都可以优先采用蓄热法施工。冬期施工拌制混凝土的砂、石、水泥和水，均应保持正温，并要符合热工计算所确定的温度，且不得超过表14.7的规定。

表 14.7 拌和水及骨料最高温度

水泥种类	拌和水/ $^{\circ}\text{C}$	骨料/ $^{\circ}\text{C}$
标号小于 42.5 号的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80	60
标号等于及大于 42.5 及 42.5R 号的普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥	60	40

注：当骨料不加热时，水可加热到 100°C ，但水泥不应与 80°C 以上的水直接接触。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



混凝土拌和物的理论温度 T_0 可按下列式计算：

$$T_0 = [0.92 (m_{ce}T_{ce} + m_{sa}T_{sa} + m_gT_g) + 4.2T_w(m_w - w_{sa}m_{sa} - w_gm_g) + c_1(w_{sa}m_{sa}T_{sa} + w_gm_gT_g) - c_2(w_{ca}m_{ca} + w_gm_g)] / [4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g)]$$

式中 T_0 ——混凝土拌和物的理论温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

m_w 、 m_{ce} 、 m_{sa} 、 m_g ——水、水泥、砂、石的用量（ kg ）；

T_{ce} 、 T_{sa} 、 T_g ——水、水泥、砂、石的温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

w_{sa} 、 w_g ——砂、石的含水率（ $\%$ ）；

c_1 、 c_2 ——水的比热 [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$] 及溶解热 (kJ/kg)。

当骨料温度 $>0^{\circ}\text{C}$ 时， $c_1=4.2$ ， $c_2=0$ ；

当骨料温度 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 时， $c_1=2.1$ ， $c_2=335$ 。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



混凝土搅拌后的出机温度 T_1 可按下式计算：

$$T_1 = T_0 - 0.16(T_0 - T_i)$$

式中 T_0 ——混凝土拌和物出机温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

T_1 ——混凝土拌和物温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

T_i ——搅拌机棚内温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



混凝土经运输至成型后的温度 T_2 可以按下式计算：

$$T_2 = T_1 - (\alpha t_1 + 0.32n)(T_1 - T_a)$$

式中 T_1 ——混凝土自搅拌机内倾出的温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_1 ——混凝土自运输至成型的时间（h）；

n ——混凝土倒运次数；

T_a ——室外气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

α ——温度损失系数，当用滚动式搅拌车时， $\alpha = 0.25$ ；开敞式自卸汽车， $\alpha = 0.20$ ；封闭式自卸汽车 $\alpha = 0.10$ ；人力手推车， $\alpha = 0.50$ 。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



冬期混凝土的浇筑应注意下述问题：

第一，冬期不得在强冻胀性地基上浇筑混凝土，在弱冻胀性地基土上浇筑时，基土应进行保温。

第二，用人工加热养护的整体式结构，其浇筑程序和施工缝设置，应能防止产生较大的温度应力；分层浇筑厚大的整体式结构时，已浇筑层的混凝土温度，在未被上层混凝土覆盖前，不应低于计算规定温度，且不低于 2°C 。

第三，浇筑装配式结构接头的混凝土（或砂浆），应先将结合处的表面加热到正温。浇筑后的接头混凝土（或砂浆）在温度不超过 45°C 的条件下，应养护至设计要求强度；当设计无要求时，其强度不得低于标准强度的70%。第四，预应力混凝土构件在进行孔道和立缝的灌浆前，浇筑部位混凝土须经预热，浇筑后在正温下养护强度不低于15 MPa。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



混凝土浇灌入模后因钢模板和钢筋吸热后的温度 T_3 可按下式计算：

$$T_3 = c_{cm}T_2 + c_1m_1T_1 + c_{sm}T_s$$

式中 T_3 ——考虑模板和钢筋吸热影响，混凝土成型完成时的温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

T_2 ——混凝土入模温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

c_c 、 c_1 、 c_s ——混凝土、模板材料、钢筋的比热容；

m_c ——每立方米混凝土的质量（ kg ）；

m_1 、 m_s ——与每立方米混凝土相接触的模板、钢筋的质量（ kg ）；

T_1 、 T_s ——钢模板、钢筋的温度，即当时的大气温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



(3)钢筋混凝土养护工艺

冬期施工时，钢筋混凝土（混凝土）养护工艺有暖棚法、蓄热法、电热法、蒸汽加热法等。

①**暖棚法养护**。浇筑和养护混凝土时，在建筑物或构件周围搭起暖棚，棚内设置热源，以维持棚内的正温环境，使混凝土在正温下硬化。适用于建筑物面积不大而混凝土工程又很集中的工程。其优点是施工操作与常温无异，方便可靠；但暖棚搭设需消耗较多材料和劳动力，需要大量热源，费用较高。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



②蓄热法养护。利用混凝土组成材料的预加热量和水泥的水化热量，并增设保温材料将浇筑后的混凝土严密覆盖，使混凝土缓慢冷却，并在冷却过程中逐渐硬化，当混凝土温度降至 0°C 时，可达到抗冻临界强度或预期强度要求。当结构面积系数较小或气温不太低时，宜优先选用蓄热法养护工艺。本法具有经济、简便、节能等优点；但蓄热法施工，有强度增长缓慢等缺点。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



③**电热法养护**。电热法分为电热毯加热法、工频涡流加热法和电极法。

a.**电热毯加热法**：是以电热毯为加热元件，适用于以钢模板浇筑的构件。电热毯由四层玻璃纤维布中间夹以电阻丝制成。电热毯的尺寸应根据钢模板背后的区格大小而定，约为300 mm×400 mm，电压60 V，通电后表面温度可达110 °C，但应按规范规定控制。在钢模板的区格内卡入电热毯后，再覆盖岩棉板作为保温材料，外侧用107胶粘贴水泥袋纸两层挡风。对大模板现浇墙体加热时，对易于散热较多的部位，即墙体顶部、底部和墙体连接部位，应双面密布电热毯，中间部位可以较疏或两面交错铺设。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



b.工频涡流加热法：是在钢模板的外侧布设钢管，钢管与板面贴紧并焊牢，管内穿以导线。当导线中有电流通过时，在管壁上产生热效应，通过钢模板将热量传导给混凝土，使混凝土升温。为了减少热损失，降低能耗，在模板外面应用毛毯、矿棉板或聚氨酯泡沫等材料保温。工频涡流加热法适用于钢模板浇筑的混凝土墙体、梁、柱和接头。其优点是温度比较均匀，控制方便；缺点是需制作专用模板，增加了模板费用。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



c.电极法：是在混凝土结构的内部或表面设置电极，通以低压电流，由于混凝土的电阻作用，使电能变为热能，所产生的热量对混凝土加热。电极法养护工艺耗钢量和耗电量较大，但养护效果好，易于控制。采用电极法养护工艺，当混凝土浇筑完毕，电极布置妥当后，首先将混凝土的外露表面覆盖，通电后要随时注意观察混凝土表面温度和湿度，如出现干燥现象，应切断电源用温水湿润混凝土表面，再继续通电养护。施工时，混凝土的升温速度和降温速度均应符合规范规定。对薄壁结构或易于散热冷却部位，应加强保温措施。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



④蒸汽加热法养护。蒸汽加热法养护工艺分为以下两种。

a.让蒸汽与混凝土直接接触，利用蒸汽的湿热作用来养护混凝土。

b.将蒸汽作为热载体，通过某种形式的散热器，将热量传导给混凝土使混凝土升温。前者有蒸汽室、蒸汽套法和内部通气法养护工艺；后者有毛管法和热模法养护工艺。



14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



(4)冬期施工混凝土的质量保证除满足常温下施工的质量要求外，还应注意下述几方面问题

第一，混凝土冬期施工，应保证化学附加剂的质量和掺量；应检查水和骨料的加热温度，混凝土出机、浇筑、硬化过程的温度，每工作班至少应测量四次；测定混凝土温度降至0℃的强度，并做好检查测试记录。

第二，混凝土在养护过程中应随时检查保温情况，并应了解结构物浇筑日期、要求温度、养护期限等，一旦发现混凝土温度过高或过低，都应及时采取必要措施。

第三，混凝土浇筑过程中的试块留置除与常温下施工相同外，还应增加两组补充试块与构件同条件养护，用于测定混凝土受冻前的强度和与构件同条件养护28天后转入标准养护28天再测其强度。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



4. 质量保证措施

- ①经理部成立以项目经理为组长的冬期施工领导小组。
- ②混凝土工程冬期施工期间除按照常温的施工要求检查外，还应检查混凝土入模及养护过程中的温度。
- ③设专人测温，详细做好测温记录工作，整理归档。测温人员同时负责检查覆盖保温情况，熟悉掌握结构各部位的混凝土浇筑时间，遇大风天气要加强检查保温被的覆盖情况以防大风吹掀保温被，发现异常及时通知有关人员采取有效措施。
- ④严格控制混凝土拆除保温和拆模时间，当温度为 $-5 \sim -8^{\circ}\text{C}$ 时，拆模板时间不少于48 h；当温度为 $-8 \sim -12^{\circ}\text{C}$ 时，拆模板时间不少于72 h；拆模强度不少于 5 N/m^2 ，模板及混凝土的保温覆盖要及时有效。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



⑤混凝土养护温度的测量，当采用蓄热法养护时，每6 h测量一次；掺用防冻剂的混凝土，在强度未达到5 MPa以前每2 h测量一次，以后每6 h测量一次；测温孔均应编号并绘制测温孔布置图，温度计测温每孔时间不少于3 min。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



5. 安全保证措施

- ①认真执行安全操作规程、安全防护标准化和场容管理的有关规定，组织有关人员学习冬期施工安全的有关文件和冬期施工方案。入冬前对现场生活区的用电线路、电气设备进行一次全面检查和维修，发现隐患及时排除。搭设的脚手架必须坚实、牢固可靠，定期检查。
- ②对特种作业人员等规定穿绝缘鞋、防滑鞋施工。
- ③进入施工现场必须戴好安全帽，高空作业系好安全带，班前各班组长要进行安全交底，5级以上大风，停止高空作业，夜间施工要有足够的照明。
- ④任何人不得使用电炉子、电热毯取暖。
- ⑤风雪后施工时，应先将道路、操作平台等积雪清除干净并对供电线路进行检查，防止断线造成触电事故。

14.1.5 钢筋混凝土工程冬期施工



- ⑥对特殊工种，如架子工、电焊工等，结合冬期施工特点进行防火、安全培训教育。确保冬期施工期间安全施工，根据实际情况逐步落实。
- ⑦现场电源开关、控制箱的设施应加锁，并制定专人负责，防止触电、漏电事故发生。
- ⑧指定专人负责清理路面、上下马道等，采取防滑措施。现场排水管道、管沟及井等均提前疏通，定期清理。雪后及时将架子上的积雪清扫干净并检查马道平台，如有松动下沉现象，务必及时处理。
- ⑨冬季施工期间加强边坡的监测，安排专人监护边坡，发现异常情况及时采取措施，防止冻融等造成边坡失稳。
- ⑩封闭室内采取火炉加温措施，安排专人看火，看火人员严禁睡觉，防止火灾及煤气中毒。

14.2

雨期施工



14.2.1 雨期施工原则



我国地域辽阔，各地降水量及其时间分布极不均衡。华南地区降水量较高，全年降水量可达到1 700 mm；其次为华中、华东和西南地区，全年降水量达1 000 ~ 1 300 mm；华北、西北地区降水量较少，全年降水量只有300 ~ 600 mm。北方地区雨季集中在6 ~ 8月，雨量大并比较集中；南方地区雨季时间较长，全年70% ~ 80%时间为雨季，并较北方提前。因此，在建筑工程施工中，应根据各地区气象特点，合理安排雨期施工，是确保工程质量和生产安全、提高施工经济效益的重要保证。

14.2.1雨期施工原则



雨期施工的原则主要有下述几点。

- (1) 坚持以“预防为主”的原则
- (2) “合理组织，统筹规划”的原则
- (3) 对突发事件的应急原则
- (4) 信息反馈原则

14.2.2雨期施工准备



1. 施工现场的技术准备

(1) 现场总平面设计

(2) 工艺技术准备

2. 机电设备及材料的防护

(1) 机电设备的电闸箱、动力装置、控制装置等部位，应采取防潮、防湿措施，并应安装接地保护装置。

(2) 对塔式起重机的接地装置应进行全面检查，包括接地装置，接地体的深度、距离、棒径、地线截面应符合规定要求，并进行遥测。

(3) 对原材料及半成品的保护，包括木制构件、石膏板、轻钢龙骨及易受潮的原材料等，应采取防雨防潮措施，在室内堆放应保持通风良好，垫高堆码。

14.2.2雨期施工准备



3. 施工设施的检修及停工维护

(1) 对施工现场的各类临时设施，如宿舍、办公室、食堂、仓库、加工车间等应定期全面检修，特别是在暴雨、狂风来临前应做必要的加固处理。对危险建筑物应进行全面翻修、加固或拆除。

(2) 对停工的工程应做好维护，如对地下室窗井、人防通道、洞口等应加以遮盖或封闭，防止雨水灌入。

14.2.3 土方和基础雨期施工



土方工程施工应尽可能避开雨期。对于无法避开雨期的土方工程，应采取下列措施。

(1) 排水处理

大型基坑或施工周期长的地下工程，应先在基础边坡四周做好截水沟、挡水堤，防止场内地表水灌槽；同时，基坑内也应设引水沟、集水坑随时抽水。

(2) 边坡处理

边坡坡度严格根据土的种类、性质、湿度和挖土深度确定，必要时做边坡稳定性验算；挖土过程中，要加强对边坡和支撑的检查，必要时放缓边坡或加设支撑，以确保边坡的稳定，为防止边坡被雨水冲塌，可在边坡上加钉钢丝网片，并喷上50 mm的细石混凝土。

14.2.3土方和基础雨期施工



(3) 土方开挖

雨期施工，土方开挖面不宜过大，应逐段、逐片分期施工。挖出的土方应集中运至场外，以避免场内积水或造成塌方。留作回土的土应集中堆置于槽边3 m以外。机械在槽外侧行驶应距槽边5 m以外，手推车运输应距槽边1 m以外。



(4) 回填与夯土施工

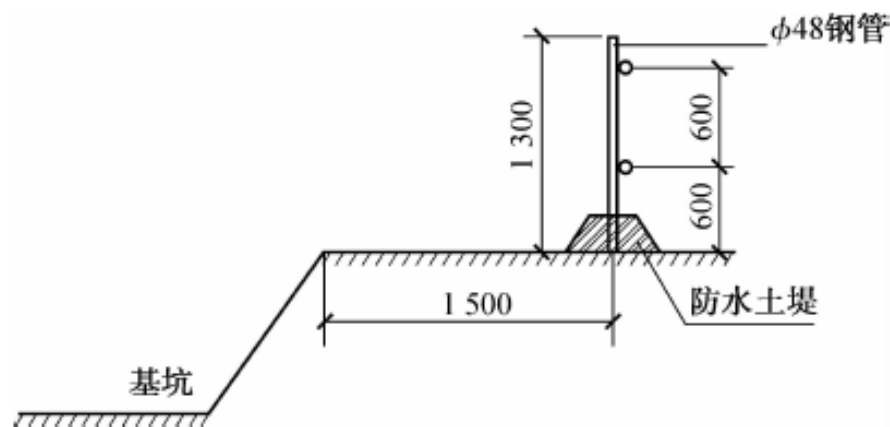
回填土时，应先排除槽内积水，然后方可填土夯实。

14.2.3土方和基础雨期施工



本工程中对于雨期土方施工的方案如下。

①基槽上口周边不得堆土，地面排水采用在防护栏杆下面设一道高200 mm、宽300 mm梯形防水土堤，内、外均抹1：3水泥砂浆，阻止地表水倒流，外侧利用场内地势，放射状向外找坡，然后有组织排水，如图14.13所示。



14.13 基坑防水

14.2.3土方和基础雨期施工



- ②要设专人监护，防止塌方等意外事故的发生。
- ③室外回填应连续进行，尽快完成。施工中应防止地面水流入基坑内，以免边坡塌方。
- ④基坑回填要控制回填土在最优含水率范围内，雨前做好防水覆盖，包括回填土料和刚回填好的场地，做好挡水护堤，组织排水路线，设置集水坑，利用水泵排出场外。
- ⑤回填土区应保持一定横坡，以利排水，当天回填当天夯实，铺好后遇雨来不及夯实的，用塑料布覆盖，雨停后及时夯打。

14.2.3土方和基础雨期施工



- ⑥如已填好的土遭水浸泡应铲除稀泥后，进行下一道工序，稍受湿的土可在晾干后补夯。
- ⑦基础垫层要在验槽后及时浇筑，防止地基浸水。
- ⑧雨季期间，基槽上部3 m范围内覆盖塑料布，以防止雨水冲刷基槽造成塌方；基槽下部（3 m以下）采取支护措施。

14.2.4 砌筑工程雨期施工



砌体工程雨期施工必须注意下列有关问题。

- ①雨期施工用砖不宜再洒水湿润；湿度较大的砌块，砌筑时不宜上墙，砌筑高度不得超过1 m。
- ②砌筑过程中如遇大雨必须停工，受雨水冲刷后的墙体，应翻砌最上面的两皮砖。
- ③对稳定性较差的墙体，如窗间墙、砖柱应及时浇筑圈梁或加临时支撑，以增强墙体的稳定性。
- ④砌体施工时，纵横墙最好同时砌筑。雨后要及时检查墙体的质量，包括墙体垂直度和标高。
- ⑤雨期施工时，应严格控制砂浆稠度。

14.2.5 钢筋混凝土工程雨期施工



①模板隔离层在涂刷前要及时掌握天气预报，避开雨天，以防隔离层被雨水冲掉。加强对模板的检查，特别是对其支撑系统的检查，如支撑的下陷、松动的检查，及时加固处理。

②大面积的混凝土浇筑前，要了解2~3天的天气预报，尽量避开大雨。混凝土浇筑现场要预备大量防雨材料，以备浇筑时突遇大雨进行覆盖。现浇混凝土应根据结构情况和可能，多考虑几道施工缝的留设位置。

③雨期施工时，应加强对混凝土粗细骨料含水量的测定，及时调整混凝土搅拌时的用水量，严格控制混凝土的坍落度，并在有遮蔽的情况下运输、浇筑。雨后要排除模板内的积水，并将雨水冲掉砂浆部分的松散砂、石清除掉，然后按施工缝接槎处理。

14.2.5 钢筋混凝土工程雨期施工



④雨期浇筑混凝土时，如遇小雨可连续作业；如遇大雨应及时停止施工；如遇暴雨袭击应采取必要的防护措施；如浇筑完毕应加以覆盖，受冲刷部位超过混凝土终凝时间，应按施工缝处理；若需连续作业而不允许留施工缝的部位，应连续浇筑完毕，并采取适当的防雨措施。

⑤雨期施工钢筋堆放要防止锈蚀，锈蚀钢筋应做除锈处理方允许加工成形；钢筋运输、绑扎应防止沾上泥浆；钢筋电焊接头应在室内进行，若需现场焊接必须要有一定的防雨措施。

14.2.6 吊装工程雨期施工



①构件堆放地面要平整坚实，周围要做好排水工作，严禁构件堆放区积水、浸泡，防止泥土黏到预埋件上。

②塔式起重机路基，必须高出自然地面150 mm，严禁雨水浸泡路基。

③雨后吊装时，要先做试吊，将构件吊至1 m左右，往返上下数次稳定后再进行吊装工作。



14.2.7 屋面工程雨期施工



- ①卷材屋面应尽量在雨期前施工，并同时安装屋面的水落管。
- ②雨天严禁油毡屋面施工。油毡、保温材料不能淋雨。
- ③雨期屋面工程宜采用“湿铺法”施工工艺，“湿铺法”就是在“潮湿”基层上铺贴卷材，先喷刷1~2道冷底子油，喷刷工作宜在水泥砂浆凝结初期进行操作，以防基层浸水。如基层浸水，应在基层表面干燥后方可铺贴油毡。如基层潮湿且干燥有困难时，可采用排气屋面。



14.2.8抹灰工程雨期施工



①雨天不准进行室外抹灰，至少应预计1~2天的天气变化情况。对已经施工的墙面，应注意防止雨水的污染。若需在雨期进行室外抹灰，应与气象部门联系，选择无雨的晴天，组织突击性的抹灰工程施工。

②室内抹灰尽量在做完屋面后进行，至少做完屋面找平层，并铺一层油毡，能够防止雨水渗透的条件下，才能进行室内抹灰工程。

③雨天不宜做罩面油漆。

14.2.9雨期施工安全、消防保证措施



- ①施工现场的机械设备均不应放在地势低洼易积水的地方。以免雨后浸泡，搅拌机、调直机等大型设备应搭设防雨棚，所有设备上的电机应加防雨防晒设施。遇大雨停止一切机电操作，雨后应组织检查机械、电器的安全性能。
- ②各种用电器的漏电保护装置必须灵敏，定期检查各种施工用线，绝缘外包必须完好无破损，防止因雨水漏电伤人，电源线采取架空或埋地。
- ③各种小型机械，如打夯机、振动器等，不使用时必须存入库内，对不宜搬动的机器，决不准随意丢在现场，在下班后垫高盖好。
- ④任何机械操作人员必须按规定穿绝缘胶鞋和戴绝缘手套。

14.2.9雨期施工安全、消防保证措施



⑤加强对脚手架和人货电梯的检查工作，各种架体基座处要有良好的排水措施，对脚手架和人货电梯要勤检查，防止霉烂、腐蚀、朽坏等。对钢管脚手架和井字架螺栓卡子，注意立杆是否产生沉降。

⑥施工现场的马道、脚手板应有防滑措施。斜道、跳板应按规定钉防滑条，间距不超过30 cm，下雨天斜道上泥浆多，应及时清除。雨天，除严格按《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46—2005）去做外，应提高一级防护的要求，各种机电设备的开关不得裸露在外，配电箱周围也应有防雨措施。对各种触电保安器应认真检查，确保其性能灵敏可靠。

14.2.9雨期施工安全、消防保证措施



⑦整理好现场的临电，电路、电线应按规定分开拉线，按规定利用触电保护器。严禁电线直接缠绕在脚手架、钢门窗及钢筋上，对现场电路要经常检查，如发现松动、杆子弯斜、电线垂弯、电闸无盖、电闸箱无防雨盖等现象时，应及时解决、保证安全生产，所有架空电线必须架高4 m以上，电闸箱旁不准堆放钢筋等杂物。通往闸箱的道路必须畅通。

⑧ 6级以上大风和暴雨时，不许进行高空作业，风雨过后必须对脚手板、机电设备、临时线路进行全面检查，发现倾斜变形、下沉、漏电现象，应及时处理，有严重危险的应立即拆除修正。

14.2.9雨期施工安全、消防保证措施



⑨工地上凡高出建筑物的提升架应设临时避雷装置。外钢管脚手架均应有避雷装置。避雷针与地极之间的连接要安全可靠，经常测试。

⑩在用的塔吊必须在最高处安装可靠的避雷装置。塔吊基座处要有良好的排水措施和防雨水措施，要有良好的接地或接零保护措施。



1. 冻土的破碎方法主要有 () 和 ()。
2. 砌筑工程雨期施工时砌筑高度不宜超过 () m。
3. 冬期施工中，配制混凝土用的水泥用量不应少于 ()。
A. 300 kg/m³ B. 310 kg/m³
C. 320 kg/m³ D. 330 kg/m³
4. 冬期施工混凝土的搅拌、运输和浇筑时间比常温规定时间 ()。
A. 缩短50% B. 延长50%
C. 缩短70% D. 延长70%



某工程是由多个建筑单体组成的建筑群，共包括1#~4#高层住宅楼、商业楼、地下2层汽车库、地下超市共4部分组成。其中1#楼为单元式高层商业楼（裙房为沿街商业网点，局部三层为商业用房），2#、3#为单元式高层住宅楼（裙房为沿街商业网点），4#为塔式高层商业楼（裙房为商业用房）。各部分在地下通过车库进行连为一体，建筑工程设计等级：一级；建筑设计使用年限：3类（50年）；建筑防火分类：一类；裙房及车库为框架结构、住宅楼为剪力墙结构；建筑耐火等级：一级；抗震设计强度烈度：7度。



住宅部分：均为地下2层，地上30层，住宅层高2.9 m。地下1层为车库，地下2层平时为住宅房，战时为普通防空地下室。地下1层层高4.5 m、2层层高3.45 m。

裙房商业用房：2层，局部3层，分商业用房和商业网点两种功能，层高一层5.8 m，2、3层3.5 m。

地下超市：为超级市场，地下1层，层高5.4 m。

请从以下几方面编写季节性施工方案。

1.准备工作。

2.技术措施：土方工程，混凝土工程，砌筑工程，抹灰工程，安全措施。

本章结束！